

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-243953

(43)Date of publication of application : 03.12.1985

(51)Int.Cl.

H01J 37/08

H01J 27/08

(21)Application number : 59-098726

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.05.1984

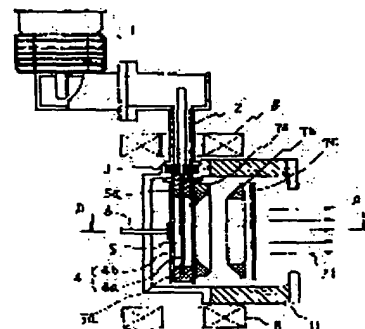
(72)Inventor : KOIKE HIDEMI
SAKUMICHI KUNYUKI
TOKIKUCHI KATSUMI
OKADA OSAMI

(54) COAXIAL MICROWAVE ION SOURCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a compact large-current ion source by using a coaxial line as a microwave three-dimensional circuit surrounding the electric discharge chamber and providing a slit-like outlet hole parallel to the internal conductor.

CONSTITUTION: Microwaves produced in a microwave generator 1 is introduced into an electric discharge chamber 5 through a coaxial wave guide 2 and a microwave introduction flange 3 to produce a microwave electric field in the electric discharge chamber 5. Around the discharge chamber 5, a magnetic field is applied in the axial direction of discharge electrodes 4a and 4b by means of a magnetic field generator 8. Next, a gas to be ionized is introduced through a gas introduction tube 6 into the discharge chamber 5 to produce plasma by the interaction between a microwave electric field and a magnetic field. After that, ion beams 21 are led out from the plasma by means of ion-beam-leading-out electrode systems 7a, 7b and 7c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-243953

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)12月3日

H 01 J 37/08
27/08

7129-5C
7129-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 同軸型マイクロ波イオン源

⑰ 特 願 昭59-98726

⑱ 出 願 昭59(1984)5月18日

⑲ 発 明 者 小 池 英 巳 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

⑳ 発 明 者 作 道 訓 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

㉑ 発 明 者 登 木 口 克 己 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

㉒ 発 明 者 岡 田 修 身 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

㉓ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉔ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

明 細 書

発明の名称 同軸型マイクロ波イオン源

特許請求の範囲

1. 磁場中のマイクロ波放電を用いて、導入したガスのプラズマを作り、このプラズマからイオンビームを引き出すマイクロ波イオン源において、プラズマを形成するための放電室を囲む部分のマイクロ波立体回路として同軸線路を用い、かつ、プラズマからイオンを引き出すための穴として放電室内の同軸線路の内部導体と略平行な方向にスリット状の出口孔を備えていることを特徴とする同軸型マイクロ波イオン源。
2. 上記放電室を囲む同軸線路として偏平形状の同軸線路を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の同軸型マイクロ波イオン源。
3. 上記放電室を囲む同軸線路として、真空中で略し形に曲がった同軸線路を用い、その曲がった先の部分に放電室を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の同軸型マイクロ波イオン源。

4. 上記放電室を囲む同軸線路として、真空中でT字形に分岐された同軸線路を用い、その分岐された部分に放電室を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の同軸型マイクロ波イオン源。
5. 特許請求の範囲第4項に記載のT字同軸型マイクロ波イオン源において、内部導体をT字に分岐する前に直流的に電気絶縁し、さらにT字の両先端部に電圧を印加してT字形内部導体を通電加熱できることを特徴とする同軸型マイクロ波イオン源。
6. 特許請求の範囲第3項または第4項に記載の同軸型マイクロ波イオン源において、内部導体を放電室の手前で分割し、放電室部分の内部導体をマイクロ波を吸収する材質にしたことを特徴とする同軸型マイクロ波イオン源。
7. 特許請求の範囲第4項に記載の同軸型マイクロ波イオン源において、T字の両端面をマイクロ波回路的に短絡させるとともに、両端面間の距離をそこに発生するマイクロ波の波長の $n/2$

(n は整数)倍の長さにしたことを特徴とする同軸型マイクロ波イオン源。

8. 特許請求の範囲第4項に記載の同軸型マイクロ波イオン源において、T字の両端面をマイクロ波的に短絡させるとともに、両端面あるいは片端面の位置を動かせるようにしたことを特徴とする同軸型マイクロ波イオン源。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は10mA級のイオンビームを引き出せるイオン源に係り、特に大電流イオン打込み装置に好適な同軸型マイクロ波イオン源に関する。

〔発明の背景〕

従来の同軸型マイクロ波イオン源は、特開昭51-93280号公報に記載のように、イオンビーム引き出し孔がシングルアパーチャーか、特開昭51-141998号公報のようにマルチアパーチャーになっていた。しかし大電流イオン打込み装置用イオン源としてみた場合、ビーム形状は、質量分離器の透過率を上げるため、短冊形のものが必要であり、

この点について配慮されていなかった。特開昭51-141998号公報にあるマルチアパーチャーをスリット状の孔にすることで短冊状のイオンビームを引き出すことは可能であるが、この場合、放電室内のプラズマ密度が中心部分で低いことや、より大電流を引き出すには同軸線路そのものの径を大きくしなければならない等の問題があった。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、10mA級の大電流イオン打込み装置に使用できる同軸型マイクロ波イオン源を、コンパクトな形で提供することにある。

〔発明の概要〕

マイクロ波立体回路として同軸線路を用いた場合、本質的にカットオフがないため、立体回路をコンパクトに作ることが可能である。そこで、本発明は、この特徴を生かしたまま、その中に放電室を作りさらにスリット状の孔を設置する方策として、スリットの方角を同軸線路の内部導体の方向と合わせることを考えた。

〔発明の実施例〕

本発明の一実施例を第1図、第2図により説明する。同軸型マイクロ波イオン源は、マイクロ波発生器1、同軸導波管2、マイクロ波導入フランジ3、同軸型放電電極4a、4b、放電室5、ガス導入管6、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7c、磁界発生器8で構成されている。5aは、放電電極4内に放電室5を形成するための誘電体充填物である。第2図は放電電極4a、4b、放電室5、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7cの部分の断面形状を示す図である。この図において、マイクロ波電界は放電電極の内部導体4aと外部導体4bの間に径方向に発生する。

マイクロ波立体回路の形状について説明する。一般に円形同軸線路の特性インピーダンス R_c は次式で計算することができる。

$$R_c = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \frac{R_2}{R_1}$$

ここで R_1 : 内部導体の半径

R_2 : 外部導体の半径

ϵ_r : 内外導体間の媒体の比誘電率

そこで、放電電極4a、4bの半径は、それぞれ内部導体4aを3mm、外部導体4bを15mmとする。また媒体を窒化ホウ素($\epsilon_r = 4$)とすると、この部分の R_c は48.2Ωになる。この値を基本にマイクロ波導入フランジ3、同軸導波管2の寸法を求めると、以下の値で実現することができる。

マイクロ波導入フランジ3

材質: ポリイミド樹脂, $\epsilon_r = 3.4$

$R_1 = 4.5(\text{mm})$, $R_2 = 20(\text{mm})$

$R_c = 48.5(\Omega)$

同軸導波管2

$R_1 = 6.7(\text{mm})$, $R_2 = 15(\text{mm})$

$R_c = 48.3(\Omega)$

以上のように、同軸線路を使つて、マイクロ波イオン源を構成した場合、その断面寸法は、40mmφ以下におさえることが可能である。

次に同軸型マイクロ波イオン源の動作を説明する。第1図において、マイクロ波発生器1で発生

したマイクロ波は同軸導波管2、マイクロ波導入フランジ3を経由して放電室5に導入され、放電室5内にマイクロ波電界を発生させる。さらに放電室付近には、磁界発生器8(本実施例ではソレノイドコイル)により放電電極4a、4bの軸方向に磁界が印加されている。この状態でイオン化すべきガスをガス導入管6を通して放電室5内に導入し、マイクロ波電界と磁界の相互作用でプラズマを発生させ、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7cにより上記プラズマからイオンビーム21が引き出される。

本実施例によれば、コンパクトな形状で短冊状の大電流イオンビームを引き出すことができる。

本発明による別の実施例を第3図、第4図に示す。本実施例では放電電極4a、4bを円形同軸形状から偏平同軸形状に徐々に変換し、その先端に放電室5が設置されている。放電室5は放電電極の内部導体4aの両側に2部屋作られており、各々の放電室にそれぞれイオンビーム出口スリット7が設けられている。磁界発生器8は、放電電

極4a、4bの軸方向に磁界を発生させるように設置されている。

本実施例によれば、放電室5内のマイクロ波電界を一様な強度にできるのでそこに発生させるプラズマ密度を一様にでき、質の良いイオンビームを引き出すことが可能となる。また、ダブルスリットを使用しているのだからさらに大電流イオンビームを引き出すことができる。

本実施例において、片方の放電室5に誘電体充填物5aを詰め、放電室5を1つだけにしても、あるいは、放電電極の内部導体4aを、若干短かくして2つの放電室5をつながった1つの部屋とし、1本のイオンビーム出口スリット7からイオンビーム21を引き出すようにしても、他の実施例と同程度のイオン電流を引き出せることは明らかである。

本発明による別の実施例を第5図、第6図に示す。放電室5、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7cの構造は最初に説明した実施例と同じであるが、放電電極4a、4bを放電室5の直前

で直角に曲げL字形にし、マイクロ波をイオン源の軸方向と同じ方向から導入できるようにしている。また、磁界発生器8は鉄心8b付きのソレノイドコイル8aを使用している。

本実施例によれば、放電室5の位置をイオン源内の軸方向の任意の場所に置けるので、絶縁碍子11の汚れ対策を完全に行なうことができる。さらに、磁界発生器8に投入する電力を少なくすることができる。

本発明による別の実施例を第7図、第8図に示す。放電室5の直前までのマイクロ波立体回路は前の実施例と同じであるが、放電室5の部分において、放電電極の内部導体4aの位置を偏心させ、イオンビーム出口スリット7との間隔を狭めてある。さらに、イオンビーム出口スリット7と反対側の部分(内部導体4aと外部導体4bの間隔が広がった部分)にも誘電体絶縁物5aを入れ、放電室5をイオンビーム出口スリット7側にだけ作っている。従つて、本願において同軸型という場合には、偏心した例をも含むものとする。導入ガ

スは放電電極の内部導体4aの中を通り、数ヶ所の穴から放電室5内に導入している。また、磁界発生器8は鉄心8b付きのソレノイドコイル8aを使用し、放電室5と同電位の場所におき、鉄心8bのギャップを放電室5の部分に設置しその部分にのみ磁界が発生するようにしている。

本実施例によれば、放電室5内のマイクロ波電界を強くできるので、そこに発生するプラズマの密度を上げられ、イオンビーム21の電流密度を上げることが可能となる。また、放電室5内の導入ガス分布を一様にできるので、放電室5内のプラズマ密度の不均一性を減らすことができる。さらに、磁界発生器8に投入する電力を前の実施例よりも少なくすることができるとともに、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7cの部分に余分な磁界を生じさせないので、この部分での電極間の異常放電を減らすことが可能となる。

本発明による別の実施例を第9図に示す。放電電極4a、4bを、T字形に分岐させ、その部分に放電室を形成している。さらに、放電電極の内

部導体 4 a を放電室 5 の手前で直流的に絶縁するとともに放電室部分の内部導体 4 c の材質をタングステンにし、T 字に分岐した両端に電圧を印加して通電加熱ができるようにしてある。

本実施例によれば、放電室部分の内部導体 4 c を T 字形に分岐してあるため、前の実施例よりも放電室 5 内軸方向のプラズマ密度の不均一性を少なくすることができる。さらに電流導入端子 9 a およびリード線 9 b を用いた通電加熱で放電室部分の内部導体 4 c の温度を上げることにより、放電室 5 内に導入したガスの熱解離を促進することができ、元素単独のイオン電流量（例えば、BF₃ 中の B⁺）を増やすことができる。

本発明による別の実施例を第 10 図に示す。放電電極 4 a、4 b は前の実施例と同様に T 字形に分岐させている。本実施例ではさらに、放電電極の内部導体 4 a を放電室 5 の手前で分割し、放電室部分の内部導体 4 c の材質をグラフアイトにしている。また、T 字の片端面では、放電電極の内部導体 4 c と外部導体を完全に接触させマイクロ

波的に短絡状態にするとともに、もう一方の端面にはしゅう動リング 4 d を取付けマイクロ波的に短絡の状態で端面の位置を動かせる 造にしてある。

本実施例によれば、放電室部分の内部導体 4 c の材質としてマイクロ波を吸収するグラフアイトを使用しているため、前の実施例のような通電加熱をしなくても放電室部分の内部導体の温度を上げることができる。さらに、放電室 5 の軸方向距離を変えることにより、そこに発生する各種プラズマの特性に合わせて、放電室 5 をマイクロ波回路的にキャビティの状態にすることができるので、プラズマの密度を大巾に高くすることが可能となる。

以上に説明した実施例では、イオンビーム出口孔としてすべてスリットを用いているが、これをシングルアパーチャを放電電極の内部導体と同じ方向に並べてスリット状にしても同じ効果が得られることは明らかである。

〔発明の効果〕

本発明によれば、断面寸法が 40 mm φ 以下のコンパクトなマイクロ波立体回路を使つて、10 mA 級の大電流イオン打込みが可能なマイクロ波イオン源を作ることができる。さらに、マイクロ波立体回路がコンパクトなため、固体試料蒸発炉等の付属部品の設置が容易になり、引き出せるイオン種を大巾に増やすことが可能となる。

図面の簡単な説明

第 1 図、第 3 図、第 5 図、第 7 図、第 9 図、第 10 図は本発明の実施例を示す図、第 2 図、第 4 図、第 6 図、第 8 図は、それぞれ第 1 図、第 3 図、第 5 図、第 7 図の A-A 線断面図である。

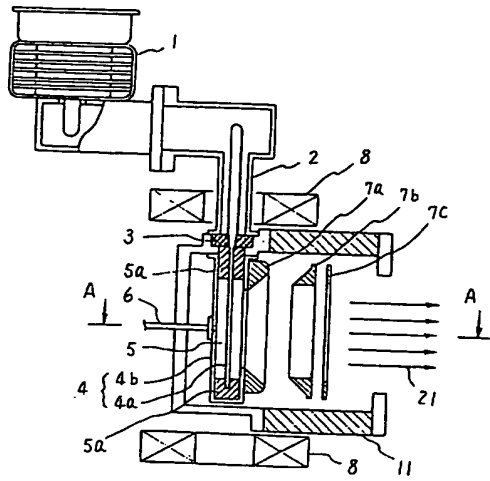
1 … マイクロ波発生器、2 … 同軸導波管、3 … マイクロ波導入フランジ、4 … 放電電極、4 a、4 c … 放電電極の内部導体、4 b … 放電電極の外部導体、4 d … しゅう動リング、5 … 放電室、5 a … 放電電極内に放電室を形成するための誘電体絶縁物、6 … ガス導入管、7 … イオンビーム出口孔、7 a、7 b、7 c … イオンビーム引き出し電極系、8 … 磁界発生器、9 a … 電流導入端子、

9 b … リード線、11 … 絶縁碍子、21 … イオンビーム。

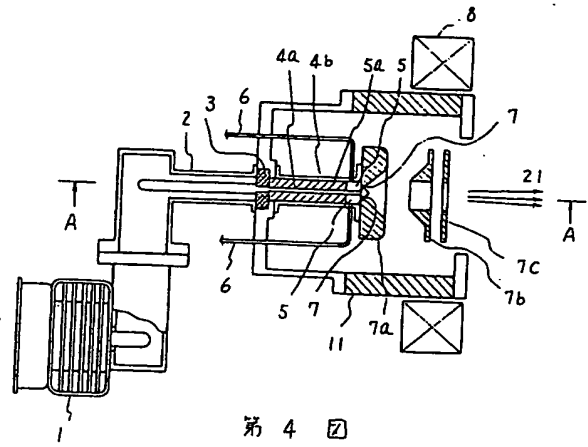
代理人 弁理士 高橋明



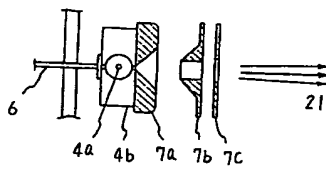
第 1 図



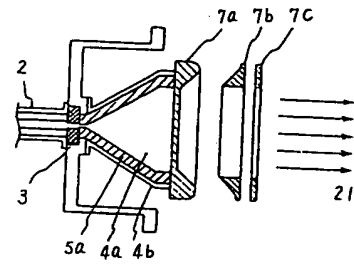
第 3 図



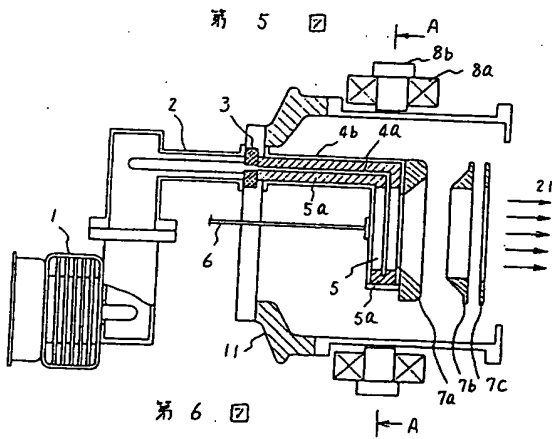
第 2 図



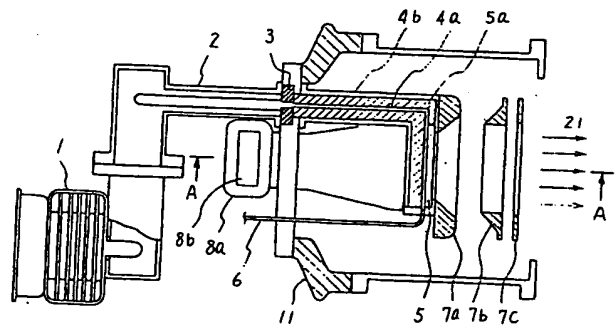
第 4 図



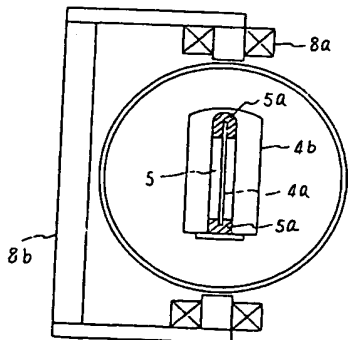
第 5 図



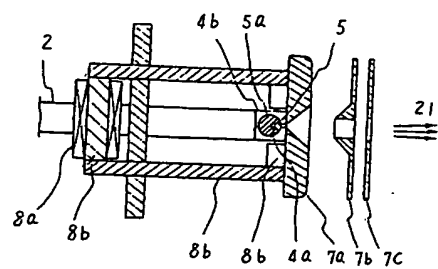
第 7 図



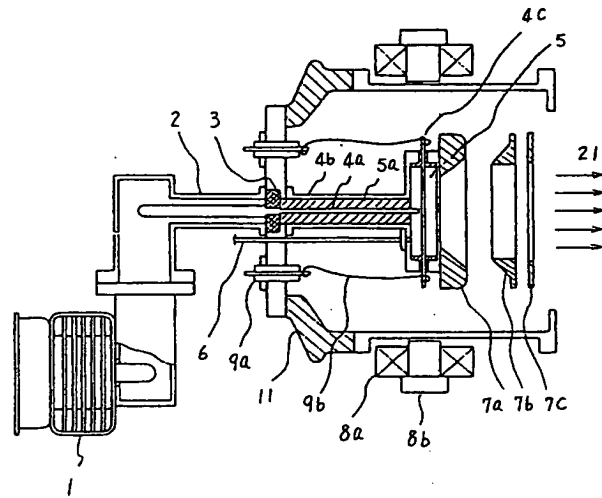
第 6 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

